

УДК 004.42

С.В. Поперешняк, канд. фіз.-мат. наук*Національний авіаційний університет**Інститут комп'ютерних технологій*

Моделі та алгоритми оптимального обслуговування трафіку в комп'ютерних мережах

В статті обґрунтовані критерії оптимальності і обмеження в задачах оптимізації розподілу пропускних здатностей систем гетерогенних обчислювальних мереж, розроблені математичні моделі для критеріїв оптимальності і обмежень, виконана класифікація задач оптимізації за ознаками вибору значення вагових коефіцієнтів. В результаті аналізу існуючих методів та алгоритмів оптимального обслуговування трафіку було розроблено систему обліку трафіку.

трафік, критерії оптимальності, математичні моделі, система обліку

Вступ

У повсякденному житті нам доводиться постійно зіштовхуватися з обслуговуванням як із способом задоволення деяких наших потреб, і дуже часто ми потрапляємо в черги. Це відбувається тоді, коли обмеженою кількістю людей або пристроїв обслуговується велика кількість людей і обслуговування стає „масовим”. Природно, що у всіх таких випадках велике значення має ступінь задоволення потреби в обслуговуванні, або якість обслуговування. Так, при здійсненні телефонного зв'язку важливо знати, як довго прийдеться очікувати з'єднання з необхідним абонентом після замовлення міжміської розмови при ручному способі встановлення з'єднань або скільки в середньому спроб необхідно зробити для встановлення з'єднання при автоматичному способі. В обчислювальних мережах значну роль відіграє швидкість передачі даних, час їх затримки при передачі від джерела повідомлення до користувача, вартість процесів організації мережі з певною архітектурою, витрати ресурсів, що пов'язані з плануванням і управлінням передачею даних у просторі і часі.

На сучасному рівні розвитку обчислювальні мережі розглядають як мережні системи обслуговування обчислювальних процедур, а всю сукупність процесів обслуговування обчислювальних процедур в них об'єднують одним терміном „обслуговування трафіку даних”. В широкому сенсі трафік розуміється не тільки як переміщення пакетів даних по обчислювальній мережі від місця їх утворення до місця використання за призначенням, або як рух даних по вузлах мережі, але і як створення пакетів даних, їх розподіл, надання пріоритетів, збереження в буферних пристроях, захист від несанкціонованого доступу [1]. У зв'язку з цим завдання вимірювання, оцінювання, моніторингу й аналізу мережного трафіку є важливою складовою частиною сучасних систем керування комунікаційними мережами. Вирішуватися ці завдання можуть на різних рівнях, починаючи від моніторингу інтегрального завантаження мережних інтерфейсів і закінчуючи аналізом пакетів, зібраних з «сенсорів» - інтелектуальних агентів, убудованих у критичні ділянки досліджуваної мережі.

Сьогодні методи теорії масового обслуговування використовують для рішення самого широкого кола задач - від побутового обслуговування до космічних досліджень, однак визначальну роль у розвитку теорії масового обслуговування продовжує грати одна з її галузей - теорія трафіку. Предметом теорії трафіку є кількісна сторона процесів обслуговування потоків повідомлень у системах передачі і розподілу

інформації. Як і будь-яка інша математична теорія, теорія трафіку оперує не із самими системами передачі і розподілу інформації, а з їхніми математичними моделями. Математична модель системи трафіку як базові елементи включає три головні елементи: вхідний потік викликів (вимог на обслуговування), схему, структуру або топологію мережної системи трафіку, дисципліну обслуговування потоку викликів.

Основними напрямками сучасних наукових досліджень трафіку є побудова математичних моделей трафіку з використанням методів моделювання часових послідовностей, самоподібних моделей, теорії вейвлетів та інші. Особливо актуальним є напрям, що пов'язаний з розв'язанням проблем моделювання динаміки трафіку та оптимізації пропускних здатностей систем обчислювальних мереж. У зв'язку з викладеним обрана тема роботи є актуальною.

Аналітичний огляд відомих методів, алгоритмів і моделей аналізу, синтезу і оптимального управління трафіком в обчислювальних мережах показав [2], що на сьогодні ще недостатньо вивчені властивості трафіка як випадкового нестационарного процесу, як випадкового періодичного процесу, як процесу, що має на деяких відрізках часу режим статистичної рівноваги. При організації оптимального управління трафіком не враховані втрати, що пов'язані з низькими коефіцієнтами використання пропускної здатності ліній зв'язку, в тому числі багатоканальних, мостів і маршрутизаторів, комунікаційних центрів, комутаторів [3].

У зв'язку з цим метою роботи обрано розроблення і дослідження методів, алгоритмів і корисних моделей аналізу динаміки трафіку, синтезу оптимального управління трафіком в обчислювальних мережах по критерію мінімуму середнього ризику або сумарних витрат з урахуванням в задачах аналізу, синтезу і оптимізації обмежень, реально існуючого характеру.

1. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОПУСКНИХ ЗДАТНОСТЕЙ КОМУНІКАЦІЙНИХ СЕРВЕРІВ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

1.1. Оптимізація пропускних здатностей комунікаційних серверів

Для ілюстрації принципу функціонування багатоканальної лінії зв'язку або багатоканального серверу комутації побудуємо еквівалентну схему, що пов'язує загальну інтенсивність λ_N потоку пакетів даних, що поступають в систему обслуговування

$$\lambda_N = \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (1.1)$$

де λ – інтенсивність потоку пакетів даних;
середня довжина пакетів даних

$$l_N = \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\lambda_N} \frac{1}{\mu_i} = \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\lambda} l_i = \frac{1}{\mu_N}; \quad (1.2)$$

середня швидкість передачі пакетів даних

$$R_N = \frac{\lambda_N}{\mu_N} = \lambda_N \cdot l_N; \quad (1.3)$$

сумарна пропускна здатність багатоканальної лінії зв'язку

$$C_{N\Sigma} = \sum_{i=1}^N C_i; \quad (1.4)$$

середній коефіцієнт використання багатоканальної лінії зв'язку

$$\rho_N = \frac{R_N}{C_N} = \frac{\sum_{i=1}^N \lambda_i / \mu_i}{\sum_{i=1}^N C_i} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{\sum_{i=1}^N C_i}, \quad (1.5)$$

а також ймовірність того, що лінія буде зайнята

$$P(n \geq N) = \frac{(N\rho_0)^N / (1-\rho_0)N!}{\sum_{n=0}^{N-1} \frac{(N\rho_0)^n}{n!} + \frac{(N\rho_0)^N}{(1-\rho_0)N!}}, \quad (1.6)$$

і ймовірність того, що лінія буде вільна (доступна)

$$P(n < N) = 1 - P(n \geq N) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \frac{(N\rho_0)^n}{n!}}{\sum_{n=0}^{N-1} \frac{(N\rho_0)^n}{n!} + \frac{(N\rho_0)^N}{(1-\rho_0)N!}}, \quad (1.7)$$

де N — кількість каналів в лінії зв'язку;

n — кількість пакетів даних в лінії зв'язку

$$\rho_0 = \frac{R_0}{C_0} \quad (1.8)$$

коефіцієнт використання пропускної здатності одного каналу за умови, що усі канали мають однакові характеристики, тобто

$$R_N = NR_0 = \sum_{i=1}^N R_i, \quad C_{N\Sigma} = NC_0 = \sum_{i=1}^N C_i, \quad \rho_N = \rho_0. \quad (1.9)$$

На рис. 1.1 показана еквівалентна схема багатоканальної лінії зв'язку або багатоканального комунікаційного серверу.

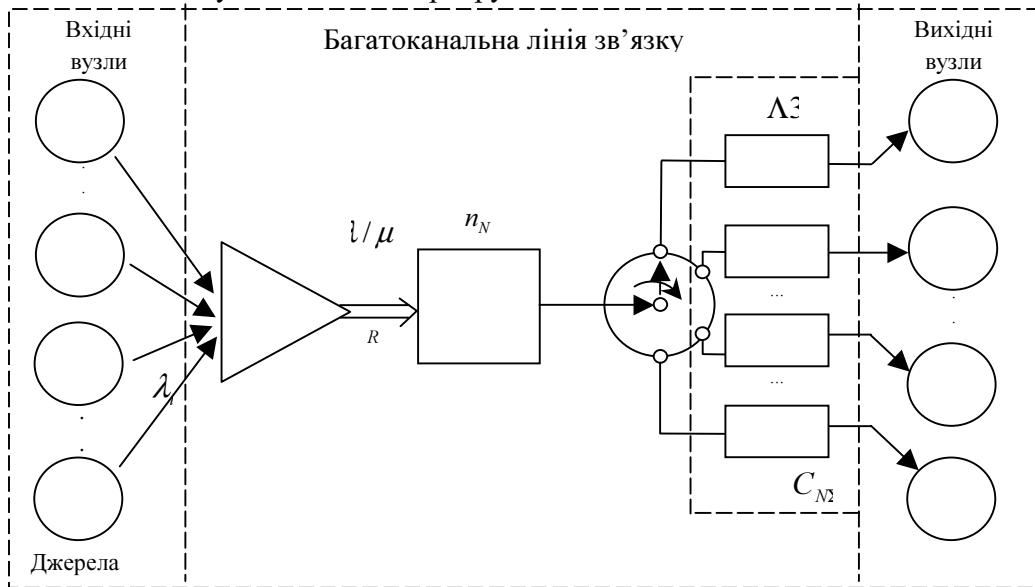


Рисунок 1.1 – Еквівалентна схема багатоканальної лінії зв'язку або багатоканального комунікаційного серверу

Джерелами пакетів даних (ДП) для схеми рис. 1.1 є попередні вузли зв'язку $B_1 - B_{N_1}$, що надсилають потоки пакетів даних з сумарною інтенсивністю (1.1), середньою довжиною пакет даних (1.2) і середньою швидкістю передачі пакетів даних (1.3). Буферний пристрій (БП) приймає пакети даних і формує чергу для їх

обслуговування. Якщо є хоча б один вільний канал в багатоканальній лінії зв'язку, комутатор пакетів (КП) даних не надсилає їх в чергу, а відразу ж направляє на обслуговування. Якщо всі канали зайняті, пакет даних займає місце в черзі в буферному пристрої. Як і раніш, кожен канал має власну тривалість обслуговування для тих пакетів даних, які не затримуються в черзі, а зразу ж поступають на обслуговування

$$T_{0i} = \frac{1}{\mu_i C_i} = \frac{l_i}{C_i}, \quad (1.10)$$

де C – середня пропускна здатність багатоканальної лінії зв'язку;

λ – довжина пакету даних.

З метою спрощення математичної моделі, усі канали схеми в даному пункті обрано ідентичними з однаковими характеристиками, тобто $C_i = C_0, i = 1, \dots, N$.

Приймається допущення про те, що пакет даних, який поступив першим, першим обслуговується і надходить на перший вільний канал. Якщо вільних каналів декілька, вибір одного з них виконується простим випадковим вибором за рівномірним розподілом ймовірностей вибору каналу. Як і раніше, тривалість обслуговування пакету даних складається з тривалості очікування обслуговування в черзі і тривалості передачі по каналу зв'язку (1.10).

В ролі критерію оптимізації пропускної здатності лінії зв'язку виберемо критерій середнього ризику [4] - мінімум сумарних витрат, який в цьому узагальненому випадку має такий вигляд

$$D(n, N, a, b, C_{N\Sigma}) = P(n \geq N) \frac{a_N}{C_{N\Sigma}} + P(n < N) b_N C_{N\Sigma}, \quad (1.11)$$

де a_N і b_N — параметри функцій витрат.

Таким чином, в цьому пункті вирішена задача узагальнення оптимального рішення для одноканальної системи на багатоканальні системи або телекомунікаційні сервери, що мають еквівалентну схему рис. 1.1. Визначені основні характеристики (1.1) - (1.9) цієї еквівалентної схеми, обґрунтовані необхідні припущення для побудови математичної моделі, обрано узагальнений критерій оптимізації (1.11), який відображає середні сумарні витрати, що пов'язані з функціонуванням багатоканальної системи.

1.2. Оптимізація пропускних здатностей систем обчислювальних мереж

Метою цього пункту є обґрунтування і розробка математичної моделі критерію оптимальності для обчислювальної мережі, що має системи з різними техніко-економічними характеристиками, пошук розподілу оптимальних пропускних здатностей систем гетерогенних обчислювальних мереж з урахуванням їх особливостей і реально існуючих обмежень на умови розв'язання задач оптимізації.

Основним методом розв'язання задач оптимізації обрано метод невизначених множників Лагранжа. Він, як відомо, дозволяє розв'язувати нелінійні задачі математичного програмування і враховувати обмеження на допустимі значення керованих змінних. В [4] на прикладі показано, як можна оптимізувати пропускну здатність багатоканальних ліній зв'язку мереж з комунікацією повідомлень та фіксованою процедурою вибору шляху. Задачу оптимізації необхідно розглядати як техніко-економічну. В якості критерію оптимальності в прямій постановці задачі, в цьому прикладі, було обрано середній час затримки повідомлення в мережі, в якості обмеження – орендну плату за користування мережею.

Для розв'язання задачі пошуку оптимального рішення для багатосистемної обчислювальної мережі зв'язку з різними техніко-економічними характеристиками систем виберемо критерії оптимальності у вигляді сепарабельної адитивної функції

вагових коефіцієнтів q_i , $i = 1, \dots, N$, визначальних параметрів стану систем і витрат a_i і b_i , пропускних здібностей систем C_i як керованих змінних:

$$D_N(q_i, n_i, N_s, a_i, b_i, C_i) = \sum_{i=1}^{N_s} q_i D_i = \sum_{i=1}^{N_s} q_i (P_i(n_i \geq N_i) a_i c_i^{-1} + P_i(n_i < N_i) b_i c_i), \quad (1.12)$$

де N_s – загальне число різномірних систем в гетерогенній мережі;

$i = 1, \dots, N_s$, D_i – локальний критерій оптимізації для i -ої системи.

Для скорочення запису середніх сумарних витрат (1.12) ймовірності станів систем у подальших формулах включені в структуру коефіцієнтів a_i і b_i . В подальших сумах, де це не приводить до непорозуміння, не використовується також індекс в N_s .

В математичній моделі критерію оптимальності (1.12) вагові коефіцієнти відповідають двом основним умовам: умові позитивності $0 \leq q_i \leq 1$ і умові нормування

$$\sum_{i=1}^{N_s} q_i = 1.$$

Використання вагових коефіцієнтів q_i дозволяє враховувати не менше п'яти принципових різниць в техніко-економічних характеристиках систем обчислювальних мереж або видів їх трафіку. Послідовно розглянемо їх за допомогою наступної класифікації:

К1. Системи відрізняються витратами, що обумовлені їх відмовами в обслуговуванні пакетів даних, тоді $q_{i1} = a_{i1} / \sum_{i=1}^N a_{i1}$, $b_{i1} = b_1$, де a_{i1} , b_{i1} – параметри витрат для

i -ої системи;

К2. Системи відрізняються витратами на одиницю пропускної здатності лінії $q_{i2} = b_{i2} / \sum_{i=1}^N b_{i2}$, $a_{i2} = a_2$;

К3. Системи відрізняються середніми коефіцієнтами ρ_{i3} використання пропускної здатності $q_{i3} = \rho_{i3} / \sum_{i=1}^N \rho_{i3}$, $a_{i3} = a_3$, $b_{i3} = b_3$;

К4. Системи відрізняються коефіцієнтами варіації V_{i4} тривалості обслуговування пакетів даних, тобто затримками в черзі пакетів даних $q_{i4} = \frac{1/V_{i4}}{\sum_{i=1}^N 1/V_{i4}}$,

$a_{i4} = a_4$, $b_{i4} = b_4$;

К5. Системи відрізняються максимальними значеннями математичного сподівання сумарних витрат $q_{i5} = Z_{\max \min, i5} / \sum_{i=1}^N Z_{\max \min, i5} = \frac{\sqrt{a_{i5} b_{i5}}}{\sum_{i=1}^N \sqrt{a_{i5} b_{i5}}}$.

Розв'язання задач цих п'яти класів вимагає різних вхідних даних. Наприклад, задачі класів К4 і К5 потребують знання коефіцієнтів варіації тривалості обслуговування, а також попереднього розв'язання одномірної задачі оптимізації для i -ої системи. Зрозуміло, що не всі навіть суттєві ознаки нами враховані, тому наведена класифікація не є вичерпною і заслуговує на подальший розвиток. В залежності від поставленої задачі оптимізації (оптимізація технічного обслуговування систем, що експлуатуються або оптимізація систем по техніко-економічним критеріям якості тощо) та обраного критерію буде отримана інша класифікація [5].

Розглянемо відповідну класифікацію обмежень на значення керованих змінних. Очевидно, що для обмежень теж можна використовувати класифікацію за параметрами $a_i, b_i, V_i, Z_{\max \min i}$, що подібна наведеної. Для цього зручно також представити обмеження в узагальненому вигляді: $C_N = \sum_{i=1}^N g_i C_i$, де вагові коефіцієнти $g_i, i = 1, \dots, N$, обираються в залежності від діючого реально класу обмеження. Розглянемо найбільш суттєві класи обмежень (limitations L1-L6)

L1. Всі коефіцієнти однакові $g_{i1} = 1, i = 1, \dots, N$, тоді обмеження накладається на загальну сумарну пропускну здатність систем обчислювальної мережі $\sum_{i=1}^N C_i \geq C_N^*$, де C_N^* – необхідне значення інтегральної пропускну здатності мережі;

L2. Обмеження накладається на загальну вартість систем мережі, тоді $g_{i2} = b_i, i = 1, \dots, N, \sum_{i=1}^N b_i C_i \leq D_N^*$, де D_N^* – допустима вартість систем мережі;

L3. Обмеження враховує витрати, що обумовлені відмовами в обслуговуванні пакетів даних в мережі, тоді $g_{i3} = g_{i1}, i = 1, \dots, N, \sum_{i=1}^N g_{i3} = 1$;

L4. Обмеження враховує витрати на одиницю пропускну здатності системи, тоді $g_{i4} = q_{i2}, i = 1, \dots, N$;

L5. Обмеження враховує коефіцієнти варіації тривалості обслуговування, тоді $g_{i5} = q_{i4}, i = 1, \dots, N$;

L6. Обмеження враховує максимальні значення математичного сподівання сумарних витрат, тоді $g_{i6} = q_{i5}, i = 1, \dots, N$.

Як і попередня класифікація критеріїв, класифікація обмежень також не є вичерпною. Наприклад може бути одночасно два обмеження L1 і L2. Головне, щоб загальне число m обмежень відповідало необхідній умові

$$m \leq n_c, m/n_c \leq 1, \quad (1.13)$$

де n_c – загальне число керованих змінних. Тоді при виконанні умови (1.13) оптимальне рішення існує і є однозначним.

Загальна постановка прямої задачі пошуку оптимального розподілу пропускну здатностей систем в обчислювальної мережі, має вигляд: *необхідно знайти оптимальний розподіл пропускну здатностей систем мережі* $C_{i \text{ opt}} = \arg \min_{C_i} D_N(C_i), i = 1, \dots, N$, за умови, що виконується нерівність

$$C_N = \sum_{i=1}^N g_i C_i \geq C_N^*, \quad (1.14)$$

де C_N^* – необхідне значення середньої пропускну здатності систем мережі.

Для розв'язання цієї задачі оптимізації складається допоміжна функція Лагранжа виду

$$L(a_i, b_i, C_i, \lambda) = \sum_{i=1}^N q_i (a_i C_i^{-1} + b_i C_i) + \lambda \left[C_N^* - \sum_{i=1}^N g_i C_i + v^2 \right], \quad (1.15)$$

де λ – допоміжний множник Лагранжа;

v - допоміжна змінна.

Для пошуку оптимального розподілу $C_{i\text{opt}}$, $i=1,\dots,N$, пропускних здатностей складових гетерогенної обчислювальної мережі розв'язується система рівнянь оптимізації

$$\begin{cases} \partial L(a_i, b_i, C_i, \lambda, q_i, g_i) / \partial C_i = 0, & i=1,\dots,N \\ \partial L / \partial \lambda = 0 \\ \partial L / \partial v = 0 \end{cases} \quad (1.16)$$

Оптимальний розподіл $C_{i\text{opt}}$, що отримано з розв'язання системи (1.16) забезпечує мінімальне значення $D_{\min}(C_{i\text{opt}})$ при дотриманні обмеження (1.14).

Допоміжний множник Лагранжу $\lambda = \frac{\partial D_{\min}(C_{i\text{opt}})}{\partial C_N^*}$ показує, як змінюється приріст

значення $D_{\min}(C_{i\text{opt}})$ в залежності від приросту значення обмеження C_N^* .

Теорема 1. Якщо для пошуку оптимального розподілу пропускних здатностей $C_{i\text{opt}}$, $i=1,\dots,N$, систем обчислювальної мережі використовується допоміжна функція Лагранжа (1.15), тоді величина

$$\lambda_N \left[C_N^* - \sum_{i=1}^N g_i C_i \right] = \left(\sum_{i=1}^N q_i b_i - \sum_{i=1}^N q_i \frac{a_i}{C_i^2} \right) \left(C_N^* - \sum_{i=1}^N g_i C_i \right); \quad (1.17)$$

Теорема 2. Якщо для N -системної обчислювальної мережі виконуються необхідні умови ідентичності (однорідності) систем:

$$q_i = q_j = q = 1/N, \quad (1.18)$$

$$g_i = g_j = g = 1/N, \quad (1.19)$$

$$a_i = a_j = a, \quad b_i = b_j = b, \quad (1.20)$$

тоді і тільки тоді оптимальний розподіл пропускних здатностей $C_{i\text{opt}}$, $i=1,\dots,N$, є рівномірним, тобто $C_{i\text{opt}} = C_{j\text{opt}} = C_{\text{opt}} = \sqrt{a/b} = C_N^*$, $D_{\min}(C_{\text{opt}}) = 2\sqrt{ab}$, невизначений множник λ_N допоміжної функції Лагранжа (1.15) дорівнюється нулю

$$\lambda_N = b_i - \frac{a_i}{C_{i\text{opt}}^2} = b_j - \frac{a_j}{C_{j\text{opt}}^2} = b_i - b_j = b - b = 0.$$

Таким чином, в даному пункті обґрунтовані критерії оптимальності і обмеження в прямій постановці задачі оптимізації розподілу пропускних здатностей систем гетерогенних обчислювальних мереж, розроблені математичні моделі для критеріїв оптимальності і обмежень, виконана класифікація задач оптимізації за ознаками вибору значення вагових коефіцієнтів, доведені теореми щодо значення невизначеного множника Лагранжа (1.17), а також відносно необхідних умов (1.18) – (1.20) рівномірного розподілу оптимальних пропускних здатностей систем мережі.

Отримані результати є основою для побудови ітераційних процедур і алгоритмів пошуку оптимальних рішень в прямих і зворотних задачах оптимізації пропускних здатностей систем обчислювальних мереж.

2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИСТЕМИ

2.1. Логічні та фізичні компоненти системи

Система обробки пакетів та надання послуги DSL доступу до інтернет, що описана в даній роботі, складається з наступних компонент:

1. DSL модем, який підключено до персонального комп'ютеру споживача. Споживач повинен мати активований договір на підключення користування послугою

ADSL доступу до інтернету. До договору прикріплене обладнання провайдеру, з точним вказанням ім'я порту та назвою обладнання;

2. Наявне обладнання провайдеру для надання послуги. Обладнання отримує пакети від DSL модему через SNMP агент;

3. RADIUS сервер обробки пакетів. Даний сервер отримує пакети інформації з обладнання через шлюз обладнання (Шлюз(INS/GW), на якому відбувається коннект (відбувається передача пакетів)). На даному сервері виконується розшифрування пакетів від обладнання для подальшої передачі на DialUp сервер або шифрування отриманих від DialUp серверу пакетів для передачі на обладнання;

4. DialUp сервер обробки пакетів. На даному сервері відбувається обробка отриманих пакетів та формується пакет для відправлення на обладнання щодо надання послуги;

5. Main сервер (головний сервер аплікацій). Сервер, на якому оброблюється всі операції, що пов'язані з наданням послуг споживачам;

6. Веб сервер СС(системи самообслуговування). Сервер, який відповідає за надання інформації споживачам щодо користування послугами. Для перегляду інформації споживач повинен вийти на веб сайт системи самообслуговування, ввести логін та пароль для входу на сайт та переглянути статистику щодо користування послугою;

7. База даних DialUp серверу, в якій зберігається історія по минулим конектам користувачів. Також в базі даних DialUp серверу зберігається інформації по активним(поточним) конектам Інтернету;

8. База даних Main серверу, в якій зберігається вся інформація по споживачам, статистика споживання послуг, зв'язок договору споживача з обладнанням тощо;

9. База даних Веб сервер СС, в якій зберігається інформація щодо характеристик споживача для входу на сайт СС, статистика споживання послуг.

База даних головного серверу та база даних веб серверу СС логічно є дома різними елементами, але фізично вони можуть знаходитися в одному місці.

На рис. 2.1 зображена схема взаємодії логічних елементів при обробці пакетів.

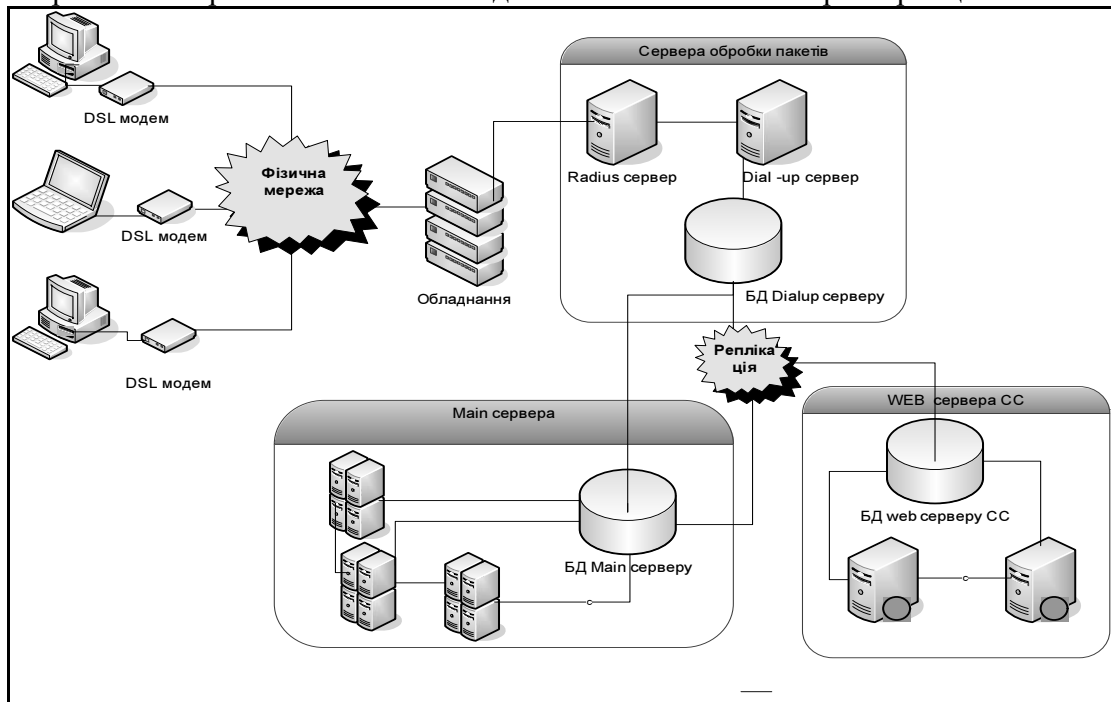


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи надання послуг споживачам

2.2. Принцип роботи системи обробки пакетів та надання послуг

2.2.1. Процес авторизації користувача

На рис 2.2 відображений механізм авторизації споживача послуги DSL підключення до інтернету.

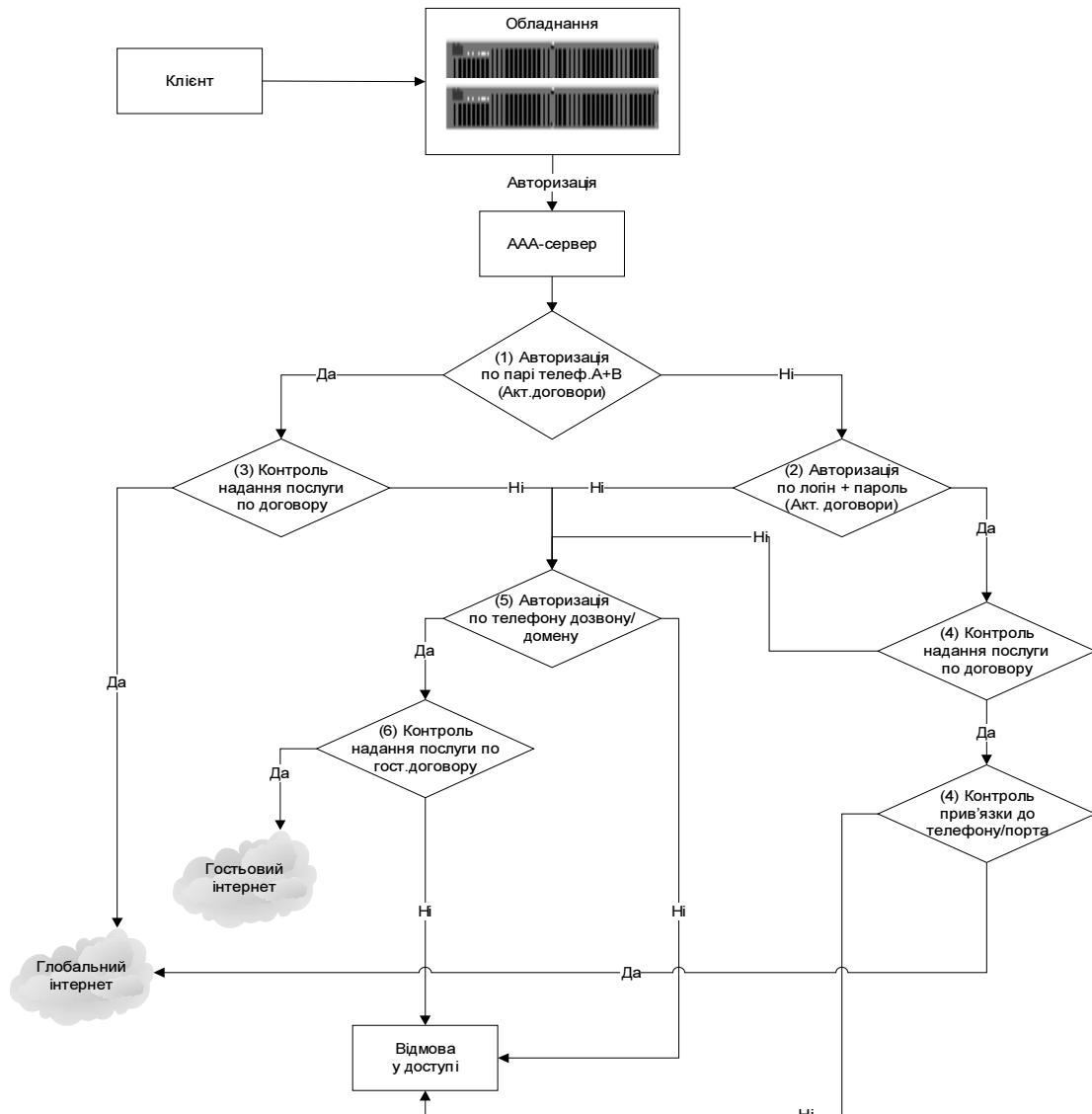


Рисунок 2.2 – Алгоритм універсальної авторизації послуг доступу до інтернету

Клієнт виконує авторизацію автоматично (по парі телефон та договір) або ввівши логін та пароль доступу для виходу до глобального інтернету.

Гостьовий інтернет надається користувачу при успішній авторизації по телефону гостьового дозвону. Інакше відбувається відмова в наданні послуги.

Система, що розглядається в даній роботі, виконує авторизацію споживача на серверному рівні. Тобто виконується аналіз пакетів, що надходять від обладнання та в залежності від характеристик пакетів виконується надання або ненадання послуги споживачу.

Розглянемо випадок успішної обробки пакету авторизації.

DSL модем відсилає пакет із типом «Пакет авторизації» на обладнання провайдеру. З обладнання пакет по протоколу radius шифрований передається на Radius сервер, на якому виконується розшифрування пакету та передача на DialUp сервер по протоколу radius. На DialUp сервері виконується обробка даних пакету(вилучення

даних щодо логіну споживача, пароллю доступу до послуги та ідентифікатору обладнання). При надходженні пакету автоматично створюється технічний конект на споживача із заданими параметрами, відразу після перевірки DialUp сервером своєї бази даних на наявність активних конектів за заданими параметрами. Далі DialUp сервер виконує запит на існування в системі користувача із параметрами, що надійшли в пакеті до бази даних головного серверу. При отриманні позитивної відповіді від бази даних (тобто споживач із заданими параметрами існує і має активний договір), в базі даних DialUp серверу створюється активний конект та на DialUp сервер відправляються дані про ідентифікатор сесії. На DialUp сервері формується пакет-відповідь (пакет містить інформацію щодо ідентифікатору створеної сесії споживача та радіус характеристик договору споживача: тарифний план, термін дії договору) на пакет-запит авторизації та за допомогою radius протоколу передається на Radius сервер. На Radius сервері виконується шифрування пакету та передача його по radius протоколу на обладнання. DSL модем отримує повідомлення про успішну авторизацію.

2.2.2. Обробка старт пакету

Після успішного виконання авторизації споживача потрібно обробити старт пакет для початку надання послуги. Розглянемо обробку старт пакету із успішним завершенням.

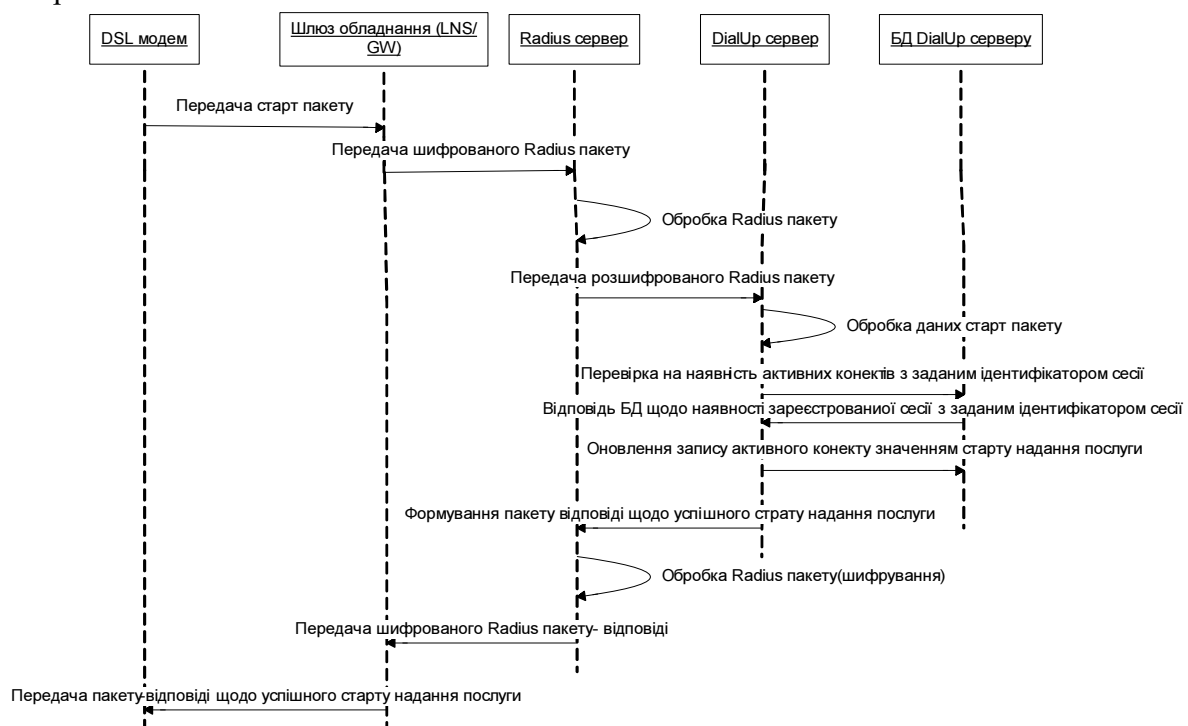


Рисунок 2.3 – Діаграма успішної обробки старт пакету та початку надання послуги клієнту

На рис.2.3 детально відображено механізм обробки старт пакетів. DSL модем відсилає пакет із типом «Пакет старт» на обладнання провайдеру. З обладнання пакет по протоколу radius шифрований передається на Radius сервер, на якому виконується розшифрування пакету та передача на DialUp сервер по протоколу radius. На DialUp сервері виконується обробка даних пакету (вилучення даних щодо логіну споживача, пароллю доступу до послуги, ідентифікатору обладнання та ідентифікатору сесії, що була створена при авторизації) та виконується запит до власної бази даних сервера на наявність активних конектів із параметрами, що надійшли в пакеті авторизації.

При позитивній відповіді від бази даних (активний конект із заданим ідентифікатором сесії існує) DialUp сервер відсилає запит на оновлення запису в таблиці

про активний конект даними щодо часу початку сесії та даними старт пакету. Запис в базі даних DialUp серверу оновився. Послуга надається споживачу. Після цього на DialUp сервері формується пакет-відповідь щодо вдалого оновлення конекту та старту надання послуги, та за допомогою radius протоколу передається на Radius сервер. На Radius сервері виконується шифрування пакету та передача його по radius протоколу на обладнання. DSL модем отримує повідомлення про успішний старт надання послуги.

2.2.3. Обробка live пакету

В процесі надання послуги обладнання кожні 3 секунди посилає live пакети на Radius сервер для оновлення інформації щодо активного конекту в базі даних DialUp серверу. Нижче розглянуто два варіанти обробки live пакетів.

Розглянемо ситуацію, коли при live пакету в базі даних DialUp серверу наявний запис про активний конект із заданими параметрами.

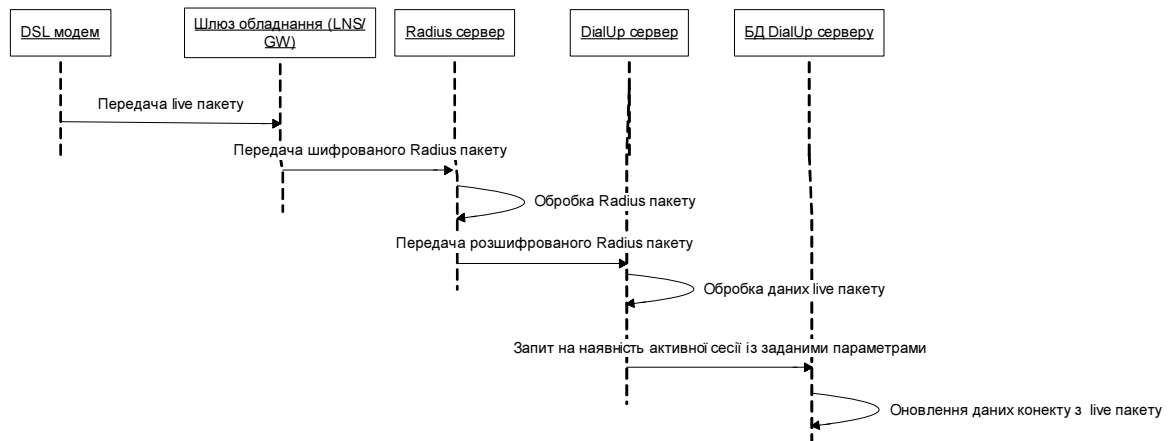


Рисунок 2.4 – Діаграма обробки live пакету

DSL модем відсилає пакет із типом «Пакет live» (рис. 2.4) на обладнання провайдеру. З обладнання пакет по протоколу radius шифрований передається на Radius сервер, на якому виконується розшифрування пакету та передача на DialUp сервер по протоколу radius. На DialUp сервері виконується обробка даних пакету: вилучення даних щодо логіну договору надання послуги та ідентифікатору сесії. DialUp сервер виконує запит до власної бази даних щодо наявності активного конекту із заданими параметрами. При отриманні позитивного результату (активний конект із заданими параметрами наявний) запис в таблиці бази даних оновлюється значенням live пакету (оновлюються дані щодо використовуваного трафіку як вихідного, так і вхідного, а також щодо кількості передачі та отримання пакетів тощо).

2.2.4. Обробка стоп пакету. Закриття активного конекту

Закінчення надання послуги, тобто закінчення надання користування трафіком є отримання та обробка стоп пакету від обладнання. Нижче приведено два варіанти обробки стоп пакетів.

Роглянемо варіант обробки стоп пакету при наявності активного конекту в базі даних DialUp серверу.

На рис.2.5 детально показано механізм закриття активного конекту при отриманні стоп пакету та реплікації даних щодо конекту до баз даних головного серверу та до веб серверу CC.

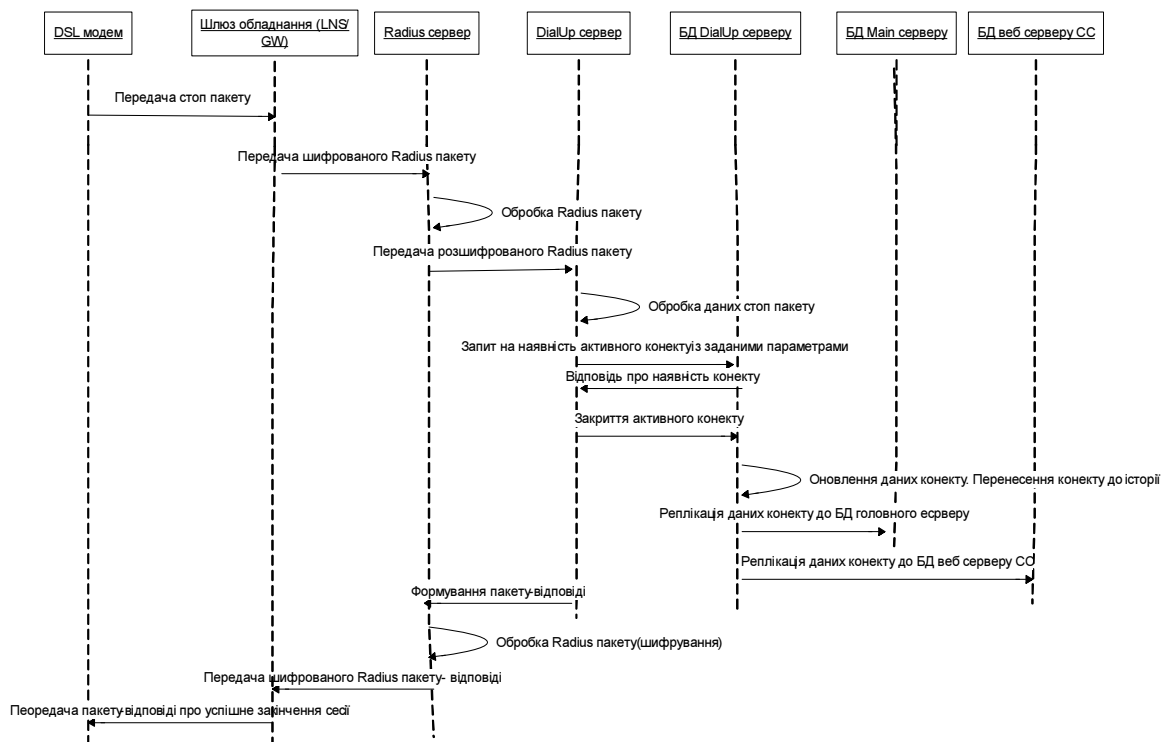


Рисунок 2.5 – Діаграма закриття конекту при отриманні стоп пакету

DSL модем відсилає пакет із типом «Пакет стоп» на обладнання провайдеру. З обладнання пакет по протоколу radius шифрований передається на Radius сервер, на якому виконується розшифрування пакету та передача на DialUp сервер по протоколу radius. На DialUp сервері виконується обробка даних пакету: вилучення даних щодо логіну договору надання послуги та ідентифікатору сесії. DialUp сервер виконує запит до власної бази даних щодо наявності активного конекту із заданими параметрами. При отриманні позитивного результату (активний конект із заданими параметрами наявний) DialUp сервер закриває активний конект(оновлюються дані щодо конекту: час закінчення конекту, сумарна кількість використаного трафіку та кількість переданих та отриманих пакетів даних), який при закритті автоматично переноситься до історії конектів. База даних DialUp сервер реплікує дані про конект споживача до бази даних головного серверу та до бази даних веб серверу СС для можливості подальшого перегляду статистики.

На DialUp сервері формується пакет-відповідь щодо закінчення сесії на обладнанні, який за допомогою radius протоколу передається з DialUp серверу на Radius сервер, на якому виконується шифрування пакету та передача за допомогою radius протоколу пакету-відповіді на обладнання. Обладнання передає на DSL модем повідомлення щодо закінчення сесії.

3. АНАЛІЗ СТАТИСТИКИ КОРИСТУВАННЯ ПОСЛУГОЮ

Користувач послуги має можливість перегляду статистики користування ним послугою, тобто переглянути використаний трафік. Для цього йому потрібно зайти на веб сайт самообслуговування користувачів системи, залогінувшись на сайті за допомогою логіну та паролю договору. Працівник компанії, що має доступ до перегляду поточних активних конектів та до перегляду інформації щодо конектів конкретного користувача, при відомих даних (логін договору або телефон, на який надається послуга), має можливість переглянути статистику споживання конкретним

споживачем трафіку та має можливість перегляду поточних активних конектів за допомогою відповідної форми в білінговій системі.

Висновки

В ході дослідження були розглянуті питання оптимізації роботи комунікаційних серверів, комп'ютерних мереж, проаналізовані існуючі методи та алгоритми оптимального обслуговування трафіку. Метою даного дослідження було розробити системи обліку трафіку, що і реалізовано в рамках роботи.

Список літератури

1. Столлингс В. «Современные компьютерные сети» - СПб.: Питер, 2003. - 783с. - (Серия "Классика computer science").
2. А. Олифер, В.Г. Олифер. «Средства анализа и оптимизации локальных сетей.» М.: Центр Информационных Технологий, 1998.- 120 с.
3. Остерлох Хизер «Маршрутизация в IP-сетях. Принципы, протоколы, настройка»: Пер. с англ. - СПб.: ООО "ДиаСофтЮП", 2002. - 512 с.
4. Игнатов В.А. «Теория информации и передачи сигналов» М.: Радио и связь, 1990. – 280с.
5. Игнатов В.А., Маньшин Г.Г. Трайнев В.А. «Статическая оптимизация качества функционирования электронных систем» М.: Энергия, 1974. – 264с.

В статье обоснованы критерии оптимальности и ограничения в задачах оптимизации распределения пропускных способностей систем гетерогенных вычислительных сетей, разработаны математические модели для критериев оптимальности и ограничений, выполнена классификация задач оптимизации за признаками выбора значения весовых коэффициентов. В результате анализа существующих методов и алгоритмов оптимального обслуживания трафика была разработана система учета трафика.

In article the criterions of optimal and limitation in the problem of optimization of the distribution of transmitted ability of heterogeneous computing net systems are obtained. Mathematical models for the criterions of optimal and limitation are expanded and classification of the problems of optimization is investigated by the characteristics of a choice of valuable coefficients. Analyzing of methods and algorithms of optimal service of traffic the system of its inclusion is obtained.